

ЭКСПРЕССНЫЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЫШЬЯКА В ВОДАХ

Листкова А.А., Малахова Н.А., Колядина Л.И.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Мышьяк является токсичным микроэлементом, представляющим потенциальную угрозу для человека и микроорганизмов. В последние годы загрязнение мышьяком различных типов вод становится одной из проблем во всем мире. Об обширных загрязнениях мышьяком питьевой воды сообщается во многих странах. Присутствие мышьяка в изобилии в земной коре иногда приводит к региональному загрязнению грунтовых вод в результате эрозии и выщелачивания из полезных ископаемых и руд. Для предотвращения потенциальных рисков как острого, так и хронического отравления миллионов людей мышьяком необходим жесткий контроль содержания этого металлоида в питьевой воде. Современные спектроскопические методы, хотя и являются универсальными, надежными и чувствительными лабораторными аналитическими инструментами, достаточно дороги. Напротив, электроаналитические методы сочетают превосходную чувствительность с возможностью использования дешевого портативного оборудования, идеально пригодного для полевого и автоматического анализа. Методы инверсионной вольтамперометрии (ИВ) все шире применяются для анализа мышьяка не только в лабораторных, но и в полевых условиях. В России действует ГОСТ Р 52180-2003, регламентирующий определение общего содержания мышьяка в водах методом ИВ на золото-пленочных электродах. При этом на стадии подготовки пробы к измерениям все формы мышьяка переводят в As (III) с помощью различных восстановителей. Стадия длится от 0,5 до 2,5 часов и может приводить к значительным потерям мышьяка. Методика определения As (V) позволила бы исключить данную стадию, что не только бы сократило время анализа, но и повысило бы его точность. Однако, определение As (V) на уровне мкг/л до сих пор остается трудной задачей.

Для экспрессного определения общего содержания мышьяка в водах предложена и апробирована обработка проб ультрафиолетовым облучением (УФО) для разрушения мешающих органических веществ и перевода всех форм мышьяка в As (V). УФО проводили с использованием установки 705 UV Digester (Metrohm AG, Швейцария), позволяющей обрабатывать одновременно в течение часа до 12 образцов. Использование минимальных количеств реагентов (не более 50–100 мкл) снижает величину холостого опыта практически до нуля. Температура минерализации порядка 90°C позволяет практически полностью исключить потери мышьяка.

Для ИВ определения As (V) нами разработаны толстопленочные углеродсодержащие сенсоры (ТУЭ), модифицированные микропленкой золота, осаждаемой электролизом раствора 5 ммоль/дм³ Au(III). Оптимизированы условия определения As (V), что позволило достичь на модельных растворах ПрО на уровне 0,1 мкг/дм³ при ПДК мышьяка в питьевой воде 10 мкг/дм³. Линейная зависимость АС от концентрации сохраняется в диапазоне 0,2–10 мкг/дм³ и описывается уравнением $dI/dE = 0,07 + 3,74 \times C_{As(III)}$ ($r = 0,999$). Используемая для производства ТУЭ технология трафаретной печати открывает возможность массового производства дешевых и чувствительных сенсоров для определения следов мышьяка методом ИВ. Простота технологии изготовления, низкая стоимость таких электродов открывает широкие перспективы их применения в рутинном анализе.